柑橘之土壤傳播性真菌病害

安寶貞
臺灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所副研究員

摘　要

本省柑橘之重要土壤傳播性眞菌病害包括疫病、幼苗猝倒病與細根腐敗病、流膠病、及木材腐敗病等，其中以疫病最具破壞性。危害本省柑橘之主要疫病菌共有五種，依次爲 *Phytophthora parasitica*, *P. palmivora*, *P. citrophthora*, *P. citricola* 及 *P. cinnamomi*。病菌主要危害柑橘之幼苗、根系、樹幹基部、及果實。初次感染源主要來自污染之栽培介質與灌溉用水，連續降雨與土壤溼度過高爲誘發病害猖獗之重要因子。目前可行之防治策略爲使用抗病或耐病品種之健康種子育苗以供爲砧木，使用無病原菌栽培介質與灌溉水，苗期宜有防雨設施，注意田間排水，及藥劑防治。幼苗猝倒病與細根腐敗病由 *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* (或 *R. solani* like), *Phytophthora* spp. 及 *Fusarium* spp. 所引起，注意育苗用栽培介質之衛生與種子消毒即可預防本病害。引起樹幹流膠之病原菌除疫病菌外，大部分爲弱病原菌，分離到的有 *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Diplodia* sp., 及 *Phomopsis* sp. 等，一般在樹勢衰弱時，才會由樹皮傷口侵入感染，引起之流膠病徵與疫病菌引起者不盡相同，注意施肥、施藥、水患、及保持樹勢健旺，可預防本病害。木材腐敗病大部分由靈芝或樹舌引起，危害較少。

關鍵詞：柑橘，疫病，猝倒病，流膠病，木材腐敗。

前　言

依據 Klotz 等人[20]之記載，危害柑橘根部與樹幹基部之病原菌不下數十種，其中以疫病菌對柑桔生產事業之威脅最大，爲柑橘四大眞菌與細菌性病害之一。(其他三者爲柑橘潰瘍病、黑星病、及 mal secco。)其次，有多種病原菌會引起柑橘幼苗之萎凋死亡 (damping off)[20,21,28]，主要的病原菌包括 *Rhizoctonia solani, Pythium* spp., *Phytophthora* spp.、及 *Fusarium* spp.。再次，有多種病原菌會引起柑橘樹木根部與木材腐敗，大部分僅零星發生，並不常見，重要者包括白紋羽病、根朽病、及靈芝、樹舌引起之病害。此外，弱病原菌之危害配合生理因素均可能造成柑橘之樹幹與枝條大量流膠[20,28]。在本省，柑橘疫病之發生十分普遍，有時會造成整個苗圃廢耕，防治亦十分困難，研究較多較詳盡。在其他根部病害方面之研究均較少，大部份僅爲早年之病害調查與記錄，茲將柑橘重要之土傳病害敘述於下：

柑橘疫病

一、病徵

植物疫病爲由 *Phytophthora* de Bary 屬的眞菌所引起的作物病害的通稱，依受害部位，

柑橘疫病可分爲根腐病（Phytophthora root rot）、裾腐病與流膠病（foot rot and gum－mosis）、果實褐腐病（fruit brown rot）、及芽葉疫病（Phytophthora bud and leaf blight）。在本省，這四種柑橘疫病均會發生[1,4,14]，尤其本省潮溼多雨，利於疫病菌的胞囊與游走子的形成與傳播，冬季又乏低溫來降低病原菌的密度，因而病害十分猖獗。

裾腐病係指柑橘主幹（trunk）（一般離地面45－60公分以下）或靠近地面之主根的樹皮受疫病菌感染而引起之病害（圖1）。如果柑橘枝幹或枝條被疫病菌危害，造成之病害則泛稱流膠病（Gummosis）[20]。裾腐病病徵一般出現於冬春季，被侵染之樹幹表皮逐漸出現凹陷、龜裂之情形，並有褐色樹脂狀膠質滲出。將患部之樹皮切開後，可見到形成層附近組織軟化、褐變，被害部位上方之枝葉則日漸黃萎。

疫病菌可以危害柑橘之細根、支根及主根。受害之根系腐敗、褐變壞疽，數量稀少。有時因罹病組織流膠而黏結土粒硬塊。病害輕微時，地上部枝葉無明顯外觀病徵；病情嚴重時，葉片黃化、落葉，生育停頓，而終致枯萎死亡。疫病是柑橘幼苗期最嚴重之病害，經常造成幼苗大量黃萎死亡（圖1）。

圖1. 柑橘疫病與疫病菌。（1）幼苗根腐病。（2）裾腐病。（3）果實褐腐病。（4）疫病菌（*Phytophthora parasitica*）之胞囊。

Fig. 1.Phytophtora diseases of citrus and sporangia of *P. parasitica.* (1) Seedling root rot. (2) Citrus foot rot. (3) Fruit brown rot. (4) Sporangia of *P. parasitica.*

疫病菌危害柑橘之幼葉及嫩芽時稱爲芽葉疫病，多發生於幼苗期，以露陸地育苗而未有防雨設施之苗床較易發病。染病後，患部初現水浸狀灰綠色如燙傷般之斑點，而後擴展成灰褐色或黑褐色大塊斑，引起落葉及新梢枯萎壞死。

依據國外報導[20,21,28]，褐腐病發生於果實生長發育期，亦危害貯藏期之成熟果實。在本省，它是一種非常重要的生育期的果實病害，但在貯藏期則較少發生。果實被感染後，經過三至四天即出現淡灰褐色、圓形、水浸狀斑點，病斑迅速擴展成褐色圓形塊狀，約一週內即可布滿整個果實（圖1）。但病斑在未擴展至整個果實表面前，果實即黃化掉落。濕度高時，病斑上長出白色黴狀物，爲病原菌之菌絲與胞囊。

二、疫病菌種類

記錄中共有12種土壤傳播性疫病菌可危害柑橘[1,9,14,16,20]。主要包括：*P. parasitica*, *P. citrophthora*, *P. palmivora*。其次爲 *P. citricola*, *P. boehmeriae*, *P. cactorum*, *P. megasperma*, *P. cinnamomi*, *P drechsleri*, *P. hibernalis*, 及 *P. syringae*。其中除 *P. hibernalis* 與 *P. syringae* 分布於溫帶地區外，其餘均主要分布於熱帶與亞熱帶地區。在本省共發現5種疫病菌危害柑橘[4,8,9,14]，依重要性分別爲 *P. parasitica*, *P. palmivora*, *P. citrophthora*, *P. cinnamomi*, *P. citricola*。其中 *P. parasitica* 與 *P. palmivora* 分布於中部及以南地區；*P. citrophthora* 與 *P. citricola* 分布於中北部地區；*P. cinnamomi* 則爲全省性。此外，*P. heveae*[14], *P. insolita*[15] 及 *P. humicola*[22] 三種疫病菌亦存在本省柑園內，但對柑橘並不構成威脅。

三、發病生態

疫病菌在遇到感病柑橘之根系、受傷樹幹、幼嫩組織時，胞囊與游走子發芽侵入表皮組織，在細胞內外生長蔓延，誘發病害。當土壤濕度過高，一般淹水約24小時以上時，罹病組織上之疫病菌就會行無性繁殖，生長胞囊梗與胞囊，胞囊遇到水分時會間接發芽釋放游走子。胞囊（圖1）與游走子是疫病菌之主要傳播器官，需靠水分（包括風雨、灌溉流水、噴灑灌溉水）[24,26]攜帶，當遇到新寄主或原寄主之健康部位，發芽侵入開始新的生活史[20]。疫病菌之器官（包括菌絲體、胞囊、游走子、厚膜胞子及有性世代之卵胞子），亦可被人畜、鳥獸、昆蟲、工具等帶往遠處，成爲初次感染源。在環境不適合時，疫病菌一般以菌絲、厚膜胞子、或卵胞子存活於罹病組織、植物殘體、或土壤中[27]。完成一個疫病菌的無性世代生活史只要數天之時間。因而，疫病的發生往往是爆發性的，病勢進展十分快速，病情猖獗嚴重。

未經嫁接，直接栽植感病品種之實生苗或高壓苗時，較易罹患裾腐病。如果柑橘之嫁接點過低，培土時將砧穗癒合部位埋於土壤下，亦容易誘發裾腐病。星天牛或其他動物造成之樹幹傷口，亦有助於疫病菌侵入。溫室柑苗罹患根腐病，初次感染源多來自帶菌之土壤、栽培介質、或器材，尤其重複使用未經消毒或消毒不完全之材質，根腐病發生會十分嚴重。露地苗圃之染病，感染源可能來自土壤本身或灌溉水[24]。柑苗罹病後，便不易根除，即使病情輕微，亦不適合移植本田，否則將成爲其他健康植株罹患根腐病、裾腐病、及果實褐腐病的感染源的來源。果園中之柑橘根腐病源大部分來自幼苗，但初次感染源亦可能來自栽培土壤或帶菌之灌溉水[24,26]。在本省，除金柑及部份柚類外，一般柑橘栽培品種對 *P. parasitica* 與 *P. palmivora*

均甚為感病；砧木品種則以粗皮檸檬（Rough lemon）最為感病，酸橘（Sunki）、枳柚（Troyer）及廣東檸檬（Rangpur lime）次之，紅柚、枳殼（Trifoliates）及金柑類（Kumquat）較為抗病（表1）[1]。

果實褐腐病發病環境喜中溫（20－30℃）多濕之陰霾天氣，主要在降雨季節，包括春雨、梅雨及北部之冬雨季節，尤其是颱風帶來之豪雨，有時可引起30－80%之果實染病掉落。此外，扁蝸牛亦可將疫病菌帶至健康果實，造成感染。

四 病害防治

1. 種子需採自健康果實，切不可自褐腐病果採種。播種時，須經0.1%漂白水消毒三分鐘。
2. 溫室育苗，須使用無菌之培養介質與器材。幼苗不宜直接放置地面。放置幼苗之檯架應離地面至少三十公分以上。地面與檯架上可噴佈稀薄硫酸銅（$CuSO_4$）液，以消滅病菌。
3. 不宜露地育苗，否則應選擇處女地或未罹患疫病之土地，或經消毒劑薰蒸處理後之土地使用。選擇通氣性良好之砂質壤土，有簡易之防雨設施與良好之排水管道，切忌窪地育苗。此外，並應使用清潔之地下水或自來水灌溉。
4. 苗圃與苗床之柑橘幼苗必須完全健康，一經發現感染疫病，務必銷毀，不可移植於本田。
5. 避免使用感病品種為砧木，並避免直接栽培感病品種之實生苗或高壓苗（柳橙、椪柑、桶柑、葡萄柚、檸檬等）。罹病輕微之柑桔，使用抗病砧木（如枳殼、紅文旦等）行根接。嫁接部位宜離開地面30公分以上，避免土壤中疫病菌飛濺到接穗部位。尤忌在根部培土，將砧穗癒合部位埋在土表下。
6. 果園應保持排水良好，可將每次灌溉之時間縮短但將灌溉次數增加，以避免果園土壤長期淹水。
7. 保持果園清潔，修剪枝葉，避免枝條低垂，勿使果實過於靠近地面；於雨季來臨前，清除落葉、落果，並將罹病果實銷毀，切不可棄置溝渠內。柑園行草生栽培，或於雨季來臨時於地面鋪設稻草，避免病原菌從土壤中飛濺出來。但鋪設稻草不宜太靠近樹幹，避免游走子駐足而侵入樹幹，此法可同時降低果實褐腐病與裾腐病之發生。
8. 預防星天牛在樹幹基部蛀食與產卵，製造傷口，誘發裾腐病。防治扁蝸牛傳染褐腐病，除藥劑防治外，可將塑膠袋（袋口朝下）綁縛於柑橘樹主幹，阻斷蝸牛爬行。
9. 藥劑治療：切除罹患裾腐病之樹皮及其周圍之少部份健康組織，以（1）.80%益穗1份混合生石灰20份，或（2）.濃厚波爾多液，加水調成糊狀，塗抹在傷口上，藥液乾燥後再塗上一層柏油或油漆保護傷口。許多防治柑橘病害之藥劑[5]均對褐腐病有相當防治功效，包括：防治黑星病之推廣藥劑，80%鋅錳乃浦可濕性粉劑500倍稀釋液，或防治潰瘍病用之4－4式波爾多液（高溫時，可能有輕微藥害）。施藥方法，可於雨季來臨前或降雨停止後，噴佈藥劑於果樹與地面。

表1.芸香科植物根系對柑桔疫病菌（*Phytophthora parasitica*與 *P. palmivora*）之抗性檢定[(1)]*

Table 1. Response of roots of Rutaceae to artificial inoculation with *Phytophthora parasitica* and *P. palmivora* [(1)]*

抗感性病 ** (Grade)	芸香科品種系 (Varieties)
極 感 (Highly susceptible)	甜橙類（Sweet orange）（柳橙、晚崙西亞等9品系），檸檬類（Lemon）(7)***，粗皮檸檬（Rough lemon）(2)，葡萄柚（Grapefruit）(3)，枸櫞（Sweet citron），寬皮柑（Mandarins）（椪柑等9品系），橘橙(2)，桶柑(3)，萊姆類（Lime）(5)
感 (Susceptible)	寬皮柑（酸桔（Sunki）、美女橘、四季橘等5品系），枳橙（Troyer）(2)，扁實檸檬（*Citrus depressa*），廣東檸檬（Rangpur lime）(3)，橘柚(1)
中等 (Moderate)	柚類（Pummelo）（麻豆文旦等9品系），木蘋果（Wood apple），月桔（七里香）（Jasmin orange）
中抗或耐病 (Moderately resistant or tolerant)	枳殼類（Trifolates）(3)，酸橙（Sour orange）(2)，夏橙，青山柑，南庄橙，黃皮，柚類（麻豆白柚、斗柚、紅文旦）
抗 (Resistant)	烏柑刺（Severinia），金柑（Kumquat）（長金柑、圓金柑）

* 1～2月大之實生柑橘苗種植於含1000菌體／每克土壤之病圃土壤中。

One- to two-mo-old seedlings were planted in soils containing *Phytophthora* about 1000 propagules / gram soil.

** 極感：幼苗於三個月以內完全死亡；感：幼苗嚴重黃化；中等：幼苗輕微黃化；中抗：植株外觀正常，但根系輕度腐敗；抗：植株完全健康。

Highly susceptible: seedlings died within 3 months; Susceptible: seedlings showed severe yellowing; Moderate: seedlings showed slightly yellowing; Moderately resistant or tolerant: seedlings didn't show disease symptom above ground, but with slightly root rot; Resistant: seedlings were healthy.

*** 括號（ ）內之數目代表檢定之柑橘品種系數目。

Numbers in ( ) indicates numbers of tested varieties.

柑橘幼苗猝倒病

猝倒病發生於柑橘種子萌芽前，與萌芽後1－2個月以內。據未發表之調查報告，本省柑桔確實存在猝倒病，且與國外報導的病菌種類大致相同[20]。除疫病菌外，這些苗床期之病菌對定植於田間的柑橘植株並不會構成嚴重之威脅，只會引起細根腐敗。

感染 *Rhizoctonia solani* Kühn.（立枯絲核菌）的幼苗，其地際部的主根或主莖褐化隘縮、表皮脫落，病斑長約1－2公分；罹病柑苗之地上部葉片下垂枯萎，但少有黃化現象；其根系有時仍完好未腐敗（圖2）。柑橘種子在萌芽後出土前及出土後，均易被本菌感染，嚴重時造成整個播種床的幼苗死亡，病害蔓延十分迅速。*Pythium* spp.（腐霉菌）及疫病菌引起之猝倒病，根系稀少，鬚根表皮脫落、腐敗死亡，地上部葉片枯萎黃化，生長停頓（圖2）。感染 *Fusarium* spp. 的幼苗，根系腐敗，罹病組織上經常有紫褐色或紅褐色的病斑。目前已知有四種以上之腐霉菌存在本省柑橘園內[13]，包括 *P. aphanidermatum*, *P. dissotocum*，*P. spinosum*, 及 *P. irregulare*。但危害本省柑橘之 *Fusarium* 種類與數目尚不清楚。

圖2. 柑橘幼苗猝倒病。（1）腐霉病菌引起。（2）立枯絲核菌引起。

Fig. 2. Damping off of citrus seedlings caused by (1) *Pythium* sp. and (2) *Rhizoctonia solani*.

種子帶菌，苗床土壤或培養介質帶菌（連作），且未經消毒；露地育苗未有防雨設施；苗床濕度過高與排水不良，均是猝倒病發生與病害猖獗之主要原因[20]。

病原菌平常存活於土壤中或土中之植物殘體上（一般 *R. solani* 以菌核，*Pythium* 以卵胞子或厚膜胞子，*Fusarium* 以厚膜胞子存活於土壤中），等到環境適宜時，菌體發芽，成爲初次感染源，侵入柑橘幼苗之莖基部或根部組織，誘發猝倒病。罹病植株上之菌體可成爲二次與多次感染源（*R. solani* 之菌絲可以直接在土壤表面與土壤中生長一段距離，而到達鄰近之植株，它亦可靠菌核來傳播。*Pythium* 則會在病組織上形成胞囊與游走子，靠水分攜帶傳播。*Fusarium* 則靠產生之各種胞子爲傳播器官。），危害鄰近之柑橘種子與幼苗，引起柑苗大量萎凋死亡。

引起柑苗猝倒病之病菌大都爲多犯性，可危害多種植物之幼苗。柑橘猝倒病只發生在幼苗期，等幼苗生長三個月以上，對猝倒病即有相當抵抗性，病原菌只能危害細根，不會對柑桔植株造成嚴重之威脅（疫病除外）。柑橘各品種均易罹患猝倒病，但品種間略有差異。

防治猝倒病應注意：*1.* 避免露地直接育苗，最好在溫室或簡易設施內育苗。*2.* 使用處女土、經高溫滅菌處理或消毒過之土壤或介質育苗。播種用之介質必須完全無病原菌。*3.* 採用健康種子育苗。目前尚無推廣藥劑可推薦使用，但在播種前應將罹病與不健康之種子剔除，並將種子浸漬於80%鋅錳乃浦500倍稀釋液混和免賴得可濕性粉劑1000倍稀釋液中5分鐘，以保護種子並殺死附在種子表面之病原菌。此外，相同之藥劑可以用於苗床灌注，以預防猝倒病害之發生。如果病害一旦發生，將難以控制，即使罹病柑苗倖存，將來亦多發育不良，難與健康幼苗競爭。*4.* 注意苗床排水，過多的水分，有利於疫病菌與腐霉病菌的產胞與傳播，誘發病害。

非疫病菌引起之柑橘流膠病

引起柑橘流膠之原因甚多，病原菌之危害與生理因素均可能造成柑橘之樹幹與枝條大量流膠[20,28]。在本省，除疫病菌外，早年曾記錄 *Botrytis cinerea*[23], *Fusarium ramulicolum*[12], *Diplodia oospora*[12], *Phomopsis* sp.[7], 與 *Rhizoctonia* sp.[6] 等菌亦會引起柑桔之流膠，但均未經過正式之病原性測定手續，未完成柯霍氏法則。近三十年來，則未有進一步之資訊發表。作者在調查本省柑橘病害時，經常發現樹勢衰弱之柚類或檸檬的樹幹有嚴重之流膠現象，尤其是1978－1980年連續數度颱風來襲；豪雨導致麻豆地區之果園嚴重積水，造成文旦樹大量死亡。果樹在死亡前，或果園中倖存之文旦樹的樹幹均會大量流膠。在垂死或已經死亡之果樹樹幹基部或裸露之根部，有時，也會長出一些多孔菌的子實體，但其因果關係到底如何，尚未完全明瞭（未發表）。

依據國外報導[20,28]，乾旱、水患、營養失調、昆蟲蛀食與啃食，機械傷害，及誤用化學藥劑，均可能直接誘發流膠病，或加重流膠病之病勢進展。而柑橘生理失調後，植株變得異常衰弱，病原菌易於侵入而誘發病害，亦是柑橘流膠之另一主因。世界著名之葡萄柚 Rio Grando gummosis，雖然可能與多種病原菌有關連，但病菌需由傷口或受寒害等衰弱部位侵入[20]。有時流膠病爲根系腐敗之二次徵兆，或植株死亡之前兆[20,28]。

防治流膠病之理念，包括：*1.* 妥善管理果園，注意施肥、灌溉、及修剪，使樹勢強壯，增強抵抗性。*2.* 發病嚴重時，以利刀切除患部，再用柏油塗刷表面，以保護樹幹。

柑橘根部與木材腐敗病害

本省早年記載 *Ganoderma australe*[11] 與 *Rigidooporus lineatus*[12] 引起柑橘之木材腐敗（wood root）。國外則記載更多之病原菌可引起本病害[18,20,28]。被害之柑橘根部、樹幹、及木材腐敗死亡，一般在植物衰弱、受傷、或二次感染時較易發生。澤田兼吉在早年曾發現本省月橘罹患褐根病（Brown root rot），被害植株生長衰弱死亡，根部腐朽，表皮粗糙，罹病組織上有病原菌生長之褐色線紋，爲其特徵[17]。柑橘根朽病（Armillaria root rot）[20,28,29] 又稱 Mushroom root rot, 在本省並無記載，在國外亦不是普遍發生，但果園內一但發生即很嚴重。白色、扇狀之菌絲塊匍伏生長於樹皮內側，並可見紫黑色菌絲索（rhizomorphs, cords, shoestrings）蔓延在樹幹外表皮與附近土壤上。樹幹基部並會長出許多淡褐色菌菇子實體。本病害病勢進展甚緩，自病原菌侵入至外觀病徵出現需時甚久。

依據國外文獻記載，白紋羽病在亞熱帶與溫帶地區是柑橘的重要病害之一[25]。澤田兼吉於1928年在台灣產菌類調查報告中指出，本省柑橘受到白紋羽病菌之感染，不過他當時鑑定的病原菌爲 *Helicobasidium albicans* Sawada ，且並未依柯霍氏法則以確定病因。雖然許多雜誌與保護手册上均列有柑橘白紋羽病，但多年來，本省從未有研究人員發表正式報告，確定柑橘罹患白紋羽病；段氏等最近的報告指出，本省共有六種作物（枇杷、葡萄、蘋果、梨、桃、與茶樹）受到白紋羽病菌的危害[2,3]，但許多被誤認爲罹患白紋羽病之柑橘，經其鑑定，均係他因所致。

在防治木材腐敗病時，宜避免不當之修剪與保護傷口，並注意植株之健康。在褐根病與根朽病方面，應注意新墾殖地之土壤是否帶菌；注意田間衛生，病株與健株間應挖掘深溝，避免根系接觸傳染；多施有機肥料，增加植株之抵抗性[20,28]。

討　　論

危害柑橘之土壤傳播性眞菌病害之種類極多[20,21,28]，但在本省有詳細記載的並不多。有許多病害記錄僅爲早年之研究，而且多數並未完成病原性檢定等柯霍氏法則手續以確定病因，如：*Ganoderma australe*[11] 與 *Rigidooporus lineatus*[12] 可引起柑橘之木材腐敗，一些柑橘流膠與樹脂病[6,7,12,23], 甚而未有柑橘幼苗猝倒病與細根腐敗病之完善試驗報告。因而，應繼續調查本省柑橘之土壤傳播性病害之種類，完成柯霍氏法手續，以究明是否其爲眞正之病因？亦或二次感染之弱病原菌或腐生菌？並調查病害之分布與病菌之生態，探討、擬定、與評估病害之防治方法。藉以提供完整之資訊來建立柑橘病蟲害之資料庫，並供實際之田間病害防治時參考與使用。

目前，本省最重要之柑橘土傳性眞菌病害首推疫病[1,4,14]，尤其它對柑橘幼苗之破壞性最大，嚴重時會造成整個苗圃廢耕，損失匪淺。除了本省之多雨潮濕與暖冬氣候有利於疫病之發生與病原菌之蔓延外，危害柑橘之疫病菌種類之多樣化亦爲病害猖獗之另一原因。目前，危害本省柑橘之重要疫病菌已達五種（species）之多[4,14]，但是這些疫病菌對柑橘各部位之危害情形與各菌在本省之分布並不儘相同，因而各地區之柑橘與柑橘之各部位均有機會被不同之疫病菌感染。其實，要讓柑橘不發生疫病亦非困難之事，但因柑橘一但罹患疫病便無法根治，因而必須自根本做起。首先須選用抗病品種之健康種子，及清潔之栽培介質，來培育健康之根砧

幼苗。施用藥劑僅有保護作用，主要目的爲避免外來之病菌侵入，但並無法治癒已罹病之柑橘植株。在實驗研究方面，宜加強耐病及抗病根砧之育種工作及病害之生物防治研究，如拮抗微生物與有益微生物之篩選，及土壤添加物之研發等。

此外，應配合其他眞菌性土壤傳播性病害及線蟲病害之研究，擬訂病害之綜合管理策略，以提供農民培育健康柑橘樹木之技術，生產品質優良的柑橘供消費者食用，並降低柑橘之生產成本，造福國家社會。

參考文獻

1. 安寶貞。1989。台灣柑橘之疫病。台灣省農業試驗所專刊 27:212－221。
2. 林益昇、段中漢。1988。枇杷白紋羽病及其病原菌。中華農業研究 37:305－312。
3. 段中漢、蔡武雄、杜金池。1990。枇杷白紋羽病之傳播及防治。中華農業研究 39:47－54 4。
4. 香蕉研究所關西柑橘試驗場65年年報。1977。柑橘類之 *Phytophthora* 實驗記錄。p.19－22。
5. 張國輝、陳清倫、潘建銘、費雯綺、李季桃。1994。植物保護手册。臺灣省政府農林廳625頁。
6. 劉和元。1961。一種柑橘樹脂病。國立台灣大學專刊 10: 161－177。
7. 臺灣農家便覽。1944。p.1047。
8. 澤田兼吉。1919。台灣產菌類調查報告 1: 57－59。
9. 澤田兼吉。1927。台灣產菌類調查報告 3: 21。
10. 澤田兼吉。1928。台灣產菌類調查報告 4:84。
11. 澤田兼吉。1942。台灣產菌類調查報告 7:101。.
12. 澤田兼吉。1959。台灣產菌類調查報告 11:110,154,228。
13. 謝煥儒。1977。柑橘 *Pythiaceous* fungi 之調查。台灣香蕉研究所關西柑橘試驗場65 年年報p.7－8。
14. Ann, P. J. 1984. Species, mating types and pathogenicity of *Phytophthora* distributed in citrus orchard in Taiwan. Trans. Br. Mycol. Soc. 82:631－634.
15. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1980. *Phytophthora insolita*, a new species from Taiwan. Mycologia 72:1180－1185.
16. Boccas, B., and Laville, E. 1978. Les Maladies a *Phytophthora* Des agrumes. France, Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes. 162 pp.
17. Chang. T. T. 1992. Decline of some forest trees associated with brown root rot caused by *Phellinus noxius*. Plant Pathol. Bull. 1:90－95.
18. Childs, J. F. L. 1953. Concentric canker and wood rot of citrus associated with *Fomes applanatus in* Florida. Phytopathology 43:99－100.
19. Elliott, C. G. 1983. Physiology of sexual reproduction in *Phytophthora*. p. 71－80. in *Phytophthora*: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology. Erwin, D. C., Bartnicki－Garcia, S., and Tsao. P. H. Eds. APS Press, St. Paul. Minn. 392 pp.

20. Klotz, L. J. 1978. Fungal, bacterial, and non parasitic diseases and injuries originating in the seedbed, nursery and orchard. in: The Citrus Idustry (IV) Crop Protection. W. Reuther, E. C. Calavan, and Carman, G. E. eds. Univ. Cal. USA. 362 pp.

21. Knorr, L. C. 1973. Citrus disease – a bibliography. PANS 19:441 – 447.

22. Ko, W. H., and Ann, P. J. 1984. *Phytophthora humicola*, a new species from soil of a citrus orchard in Taiwan. Mycologia 77: 631 – 636.

23. Lo, T. T. 1961. JCRR PI. Ind. Series. 23:30.

24. Stolzy, L. H., Letey, J., Klots, L. K., and Laganauskas, C.K. 1965. Water and aeration as factors in root decay of *Citrus sinensis*. Phytopathology 55 :270 – 275.

25. Sztejnberg, A., and Madar, Z. 1980. Host range of *Dematophora necatrix*, the cause of white root rot disease in fruit trees. Plant Dis. 64:662 – 664.

26. Thomoson, S. V., and Allen R. M. 1974. Occurrence of *Phytophthora* species and other potential plant pathogens in recycled irrigation water. Plant Dis. Rep. 58:945 – 949.

27. Weste, G. 1983. Population dynamics and survival of *Phytophthora*. p. 237 – 257. in *Phytophthora*: Its Biology, Taxonomy, Ecology, and Pathology. Erwin, D. C., Bartnic – ki – Garcia, S., and Tsao. P. H. Eds. APS Press, St. Paul. Minn. 392 pp.

28. Whiteside, J. O., Garnsey, S. M., and Timmer, L. W. 1988. Compendium of Citrus Diseases. APS Press. St. Paul, Minn. 80 pp.

29. Whiteside, J. O., Knorr, L. C. 1970. Mushroom root rot – An easily overlooked cause of citrus tree decline. Citrus Ind. 51 (11):17 – 20.

Soil-Borne Fungal Diseases of Citrus in Taiwan

Pao-Jen Ann

Associate Plantpathologist, Chia-yi Agricultural Experiment Station

Summary

Phytophthora diseases, seedling damping off and fibrous root rot, gummosis, and wood rot are the important soil-borne diseases of citrus in Taiwan. Based on the frequency of isolation and pathogenicity to citrus, *Phytophthora* species were the most destructive fungal pathogens, and a total of 5 species including *P. parasitica, P. palmivora, P. citrophthora, P. citricola,* and *P. cinnamomi* were detected to be distributed wildly in citrus orchards. These fungi could attack seedlings, root systems, wound bark of stems, and fruit of citrus. The contaminated cultural media and irrigation water were the main sources carrying the primary inoculum, and heavy rainfall and moist soil environment were the two key factors inducing serious Phytophthora diseases. Integrated use of 1. healthy seeds, 2. resistant or tolerant root stocks, 3. disinfected cultural media or vergin soil, and pathogen free water for irrigation, 4. greenhouse or plastic sheet covering to protect young seedlings from rainfall, and 5. protective chemicals, could provide a satisfactory effect for decreasing citrus diseases caused by *Phytophthora*. Seedling damping off was mainly caused by *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* (or *R. solani* like), *Phytophthora* spp., and *Fusarium* spp. Sterilized or disinfected cultural mixtures and using healthy seeds cound improve seedling problems caused by these fungi. *Rhizoctonia* sp., *Fusarium* sp., *Diplodia* sp. and *Phomopsis* sp. have been isolated from the diseased barks of citrus stems with gummosis. All of the four fungi were weak pathogens which attacked weak citrus trees, and caused gummosis symptoms different from those induced by *Phytophthora*. Control of gummosis could be achived by enhanceing citrus trees growing stronger by avoding flooding fields and application of inadiquate ferterlizers and chemicals. Wood decay and root rot of citrus, which were occassionaly found in citrus orchard, were mainly caused by *Ganoderma* and *Phellinus* spp.

Key words:Citrus, Phytophthora diseases, Damping off, Gummosis, Wood decay and rot.